

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 11197469
PUBLICATION DATE : 27-07-99

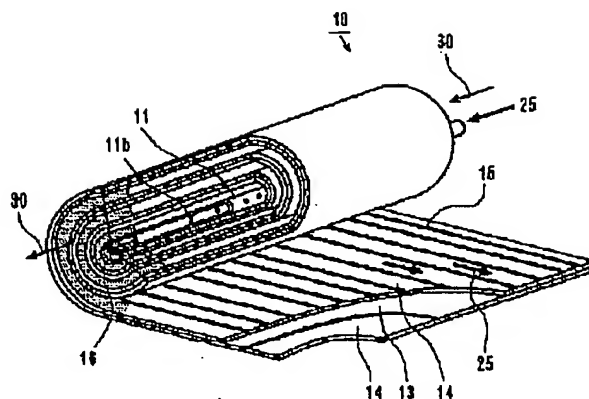
APPLICATION DATE : 16-01-98
APPLICATION NUMBER : 10006254

APPLICANT : NITTO DENKO CORP;

INVENTOR : OTANI AKIRA;

INT.CL. : B01D 63/10 B01D 61/36 B01D 63/00

TITLE : SPIRAL MEMBRANE MODULE



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a spiral membrane module suppressing an increase in flow resistance and enabling efficient gas-liquid contact operation.

SOLUTION: Gas-liquid contact films are superposed on both ends of a first fluid passage material and spirally wound around a second fluid supply pipe 11 along with a second fluid passage material to form a spiral membrane element. The spiral membrane element is housed in a cylindrical container and the outer peripheral end part thereof is sealed by a seal part. The linear passage material 15 used in the first or second fluid passage material constituting a liquid passage consists of a plurality of wire materials arranged in parallel to a liquid flowing direction.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-197469

(43) 公開日 平成11年(1999) 7月27日

(51) Int.Cl.⁸

識別記号

F I

B 0 1 D 63/10

B 0 1 D 63/10

61/36

61/36

63/00

5 1 0

63/00

5 1 0

審査請求 未請求 請求項の数8 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平10-6254

(22) 出願日 平成10年(1998) 1月16日

(71) 出願人 000003964

日東電工株式会社

大阪府茨木市下穂積1丁目1番2号

(72) 発明者 葉山 英樹

大阪府茨木市下穂積1丁目1番2号 日東
電工株式会社内

(72) 発明者 大谷 明

大阪府茨木市下穂積1丁目1番2号 日東
電工株式会社内

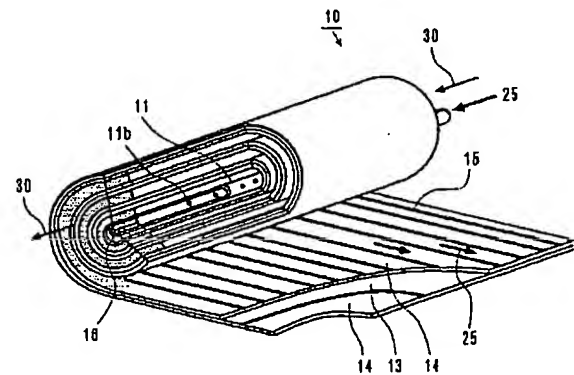
(74) 代理人 弁理士 福島 祥人

(54) 【発明の名称】 スパイラル型膜モジュール

(57) 【要約】

【課題】 流動抵抗の増加を抑制し、効率的な気液接触操作が可能なスパイラル型膜モジュールを提供する。

【解決手段】 第1流体流路材の両端に気液接触膜を重ね合わせ、第2流体流路材とともに第2流体供給管11の周りにスパイラル状に巻回してスパイラル型膜エレメントを形成する。スパイラル型膜エレメントは円筒容器の内部に収納され、その外周端部が封止部により封止される。液体の流路を構成する第1流体流路材または第2流体流路材に用いられる線状流路材15は、液体の流動方向に平行に複数本配置された線材からなる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 連続または独立した一対の透過膜を、内側に第1流路材を挟んでかつ外側に第2流路材を重ねて有孔中空管の外周面にスパイラル状に巻回することによりスパイラル状膜エレメントが形成され、前記透過膜間で前記第1流路材により形成される第1の流路の内周側の側部および外周側の側部が封止されるとともに、前記透過膜間で前記第2流路材により形成される第2の流路の両端部が封止され、前記スパイラル状膜エレメントは、筒形容器内に収納され、前記筒形容器は、両端部にそれぞれ第1流体口を有しかつ少なくとも一端部および外周部にそれぞれ第2流体口を有し、前記筒形容器内で前記スパイラル状膜エレメントの両端部側にそれぞれ形成される第1の空間と前記スパイラル状膜エレメントの外周部側に形成される第2の空間とが分離され、前記第1の空間が前記第1流体口に連通し、前記第2の空間が前記筒形容器の外周部の前記第2流体口に連通しかつ前記有孔中空管の内部が前記筒形容器の少なくとも一端部の前記第2流体口に連通しており、前記第1流路材および第2流路材のうち少なくとも一方の流路材は、当該流路材上の流体の流動方向に沿って延びる複数の第1の線材からなることを特徴とするスパイラル型膜モジュール。

【請求項2】 前記少なくとも一方の流路材は、前記複数の第1の線材に交差する複数の第2の線材をさらに備えたことを特徴とする請求項1記載のスパイラル型膜モジュール。

【請求項3】 前記複数の第2の線材は、前記複数の第1の線材に垂直に交差していることを特徴とする請求項2記載のスパイラル型膜モジュール。

【請求項4】 前記少なくとも一方の流路材上の前記流体の流動方向における単位長さ当たりの前記第1の線材の本数 a と、前記少なくとも一方の流路材上の前記流体の流動方向に垂直な方向における単位長さ当たりの前記第2の線材の本数 b との比 a/b が1.1以上であることを特徴とする請求項3記載のスパイラル型膜モジュール。

【請求項5】 前記複数の第2の線材は、前記第1の線材に対して傾いて交差していることを特徴とする請求項2記載のスパイラル型膜モジュール。

【請求項6】 前記少なくとも一方の流路材上の前記流体の流動方向における単位長さ当たりの前記第1の線材の本数 a と、前記少なくとも一方の流路材上の前記流体の流動方向に垂直な方向における単位長さ当たりの前記第2の線材の本数 b との比 a/b が1.0以上であることを特徴とする請求項5記載のスパイラル型膜モジュール。

【請求項7】 前記第1の流路を流動する流体が気体であり、前記第2の流路を流動する流体が液体であり、前記少なくとも一方の流路材が前記第2流路材であること

を特徴とする請求項1～6のいずれかに記載のスパイラル型膜モジュール。

【請求項8】 前記第1の流路を流動する流体が液体であり、前記第2の流路を流動する流体が気体であり、前記少なくとも一方の流路材が前記第1流路材であることを特徴とする請求項1～6のいずれかに記載のスパイラル型膜モジュール。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、液体への気体溶解あるいは液体中からの気体放散といった気液接触操作に用いられるスパイラル型膜モジュールに関する。

【0002】

【従来技術】従来、化学工業等の多くの分野では、液体へのガス溶解あるいは液体からのガス放散といった気液接触操作が行われている。例えば、ガス溶解として、医薬品分野等における微生物培養液への酸素供給、電子産業における超純水ラインへのオゾン溶解、水産業界における養魚への酸素供給、あるいは NO_x （窒素酸化物）や SO_x （硫黄酸化物）等の排ガス処理が挙げられ、また、ガス放散としては、純水製造における脱炭酸処理が挙げられる。

【0003】膜を用いた気液接触法に使用される膜モジュールの形態には、従来より充填効率の高さから中空糸タイプが多く用いられている。中空糸タイプの膜モジュールでは、中空糸膜内に液体を流し、中空糸膜の外側に気体を流すという使用方法が一般的に行われている。

【0004】気液接触法において気体と液体間の物質移動を効率良く行わせるためには、液体側の境膜抵抗を小さくする必要がある。このため、通常は液体の流速を高くして境膜抵抗を抑制する方法が講じられる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、中空糸膜モジュールの中空糸膜の内側を液体流路とした場合には、液体の流動状態が層流となり、液体の流速が低くなって境膜抵抗が高くなる。そこで、境膜抵抗を抑制するために中空糸膜の内側に高流量の液体を流そうとすると、中空糸膜モジュールの他の液体流路における圧力損失が高くなる。その結果、中空糸膜モジュールに液体を流動させるために高エネルギーが必要となり、不経済となる。

【0006】そこで、境膜抵抗を抑制し、かつ有効膜面積を増加させるために、中空糸膜の外側を液体流路とした中空糸膜モジュールが開発されている。この中空糸膜モジュールでは中空糸膜の外側を流れる液体の流動状態を乱流として境膜抵抗を抑制する工夫が成されている。しかしながら、このような中空糸膜モジュールは、構造が複雑となり、製造コストが高くなるという問題を有している。

【0007】本発明の目的は、圧力損失の増加を抑制

し、効率的な気液接触操作が可能なスパイラル型膜モジュールを提供することである。

【0008】

【課題を解決するための手段および発明の効果】本発明に係るスパイラル型膜モジュールは、連続または独立した一対の透過膜を、内側に第1流路材を挟んでかつ外側に第2流路材を重ねて有孔中空管の外周面にスパイラル状に巻回することによりスパイラル状膜エレメントが形成される。スパイラル状膜エレメントは、透過膜間で第1流路材により形成される第1の流路の内周側の側部および外周側の側部が封止されるとともに、透過膜間で第2流路材により形成される第2の流路の両端部が封止される。スパイラル状膜エレメントは筒形容器内に収納され、筒形容器内でスパイラル状膜エレメントの両端部側にそれぞれ形成される第1の空間とスパイラル状膜エレメントの外周部側に形成される第2の空間とが分離される。筒形容器は、両端部にそれぞれ第1流体口を有しかつ少なくとも一端部および外周部にそれぞれ第2流体口を有する。第1の空間は第1流体口に連通し、第2の空間は筒形容器の外周部の第2流体口に連通し、さらに有孔中空管の内部は筒形容器の少なくとも一端部の第2流体口に連通している。さらに、第1流路材および第2流路材のうち少なくとも一方の流路材は、流路材上の流体の流動方向に沿って延びる複数の第1の線材からなるものである。

【0009】本発明に係るスパイラル型膜モジュールにおいて、第1の流体は、筒形容器の一端部の第1流体口から一方の第1の空間内に供給され、スパイラル状膜エレメントの透過膜間に形成された第1の流路を通り他方の第1の空間に流動し、筒形容器の他端部の第1流体口から外部に導出される。また、第2の流体は、筒形容器の少なくとも一端部の第2流体口から有孔中空管の内部に供給され、スパイラル状膜エレメントの透過膜間に形成された第2の流路を通り筒形容器内の第2の空間に流動し、筒形容器の外周部に形成された第2の流体口から外部に導出される。

【0010】筒形容器の内部において、第1の流体は有孔中空管にはほぼ平行に流動し、第2の流体は透過膜を介して第1の流体とはほぼ直交する方向にスパイラル状に流動する。第1の流体と第2の流体とは透過膜を介して接触し、目的成分の透過作用が行われる。このような第1の流路および第2の流路の構造により、第1の流体または第2の流体の流動状態を乱流状態として透過膜表面の境界抵抗を低減することができる。これにより、第1の流体と第2の流体の間で目的成分の透過作用を効率的に行うことができる。

【0011】また、第1流路材および第2流路材の少なくとも一方を、複数の第1の線材を流体の流動方向に沿って配列して形成することにより、第1または第2の流体の流動抵抗が小さくなり、流体の流動時の圧力損失の

上昇が抑制される。これにより、スパイラル型膜モジュールの操作圧力の上昇を抑制することができる。

【0012】特に、少なくとも一方の流路材が、複数の第1の線材に交差する複数の第2の線材をさらに備えることが好ましい。この場合には、第1の線材に第2の線材を交差させることによって流路材の構造が強固となり、製造時の取り扱いが容易となり、使用時の強度を向上することができる。

【0013】また、複数の第2の線材は、複数の第1の線材に垂直に交差していてもよい。特に、少なくとも一方の流路材上の流体の流動方向における単位長さ当たりの第1の線材の本数 a と、少なくとも一方の流路材上の流体の流動方向に垂直な方向における単位長さ当たりの第2の線材の本数 b との比 a/b が1.1以上であることが好ましい。

【0014】この場合には、第2の線材により流路材が網目状となり、流路材の構造が強固となる。また、流体の流動方向に沿う第1の線材の本数に対して、流体の流動方向に垂直な方向に延びる第2の線材の本数を抑制することにより、流体の流動抵抗が抑制され、圧力損失の上昇が抑制される。

【0015】また、複数の第2の線材は、第1の線材に対して傾いて交差していてもよい。特に、少なくとも一方の流路材上の流体の流動方向における単位当たりの第1の線材の本数 a と、少なくとも一方の流路材上の流体の流動方向に垂直な方向における単位長さ当たりの第2の線材の本数 b との比 a/b が1.0以上であることが好ましい。

【0016】この場合には、第1の線材に傾いて交差する第2の線材により流路材の構造が強固となり、製造時での取り扱いが容易となり、かつ使用時の強度が増大する。また、流体の流動方向に沿う第1の線材の本数に対し流体の流動方向に対して傾く第2の線材の本数を抑制することにより、流体の流動抵抗を低減し、流体の流動時の圧力損失を抑制することができる。

【0017】第1の流路を流動する流体が気体であり、第2の流路を流動する流体が液体であり、少なくとも一方の流路材が第1の流路材であってもよい。この場合には、気体は筒形容器の一端部の第1流体口から一方の第1の空間内に供給され、スパイラル状膜エレメントの透過膜間に形成された第1の流路を通り他方の第1の空間に流動し、筒形容器の他端部の第1流体口から外部に導出される。また、液体は筒形容器の少なくとも一端部の第2流体口から有孔中空管の内部に供給され、スパイラル状膜エレメントの透過膜間に形成された第2の流路を通り筒形容器内の第2の空間に流動し、筒形容器の外周部に形成された第2の流体口から外部に導出される。

【0018】第2の流路を流動する液体は第2の流路材により流動抵抗の上昇が抑制されつつ流動状態の乱流化が促進される。これにより、透過膜との接触効率が向上

するとともに、第2の流路を流動する液体の圧力損失の上昇を抑制することができる。

【0019】また、第1の流路を流動する流体が液体であり、第2の流路を流動する流体が気体であり、少なくとも一方の流路材が第1流路材であってもよい。この場合には、液体は筒形容器の一端部の第1流体口から一方の第1の空間内に供給され、スパイラル状膜エレメントの透過膜間に形成された第1の流路を通り他方の第1の空間に流動し、筒形容器の他端部の第1流体口から外部に導出される。また、気体は筒形容器の少なくとも一端部の第2流体口から有孔中空管の内部に供給され、スパイラル状膜エレメントの透過膜間に形成された第2の流路を通り筒形容器内の第2の空間に流動し、筒形容器の外周部に形成された第2の流体口から外部に導出される。

【0020】第1の流路を流動する液体は、第1の流路材により流動抵抗が抑制されつつ流動状態の乱流化が促進される。これにより、透過膜との接触効率が向上するとともに、第1の流路を流動する液体の圧力損失の上昇を抑制することができる。

【0021】さらに、上記のスパイラル型モジュールにおいて、透過膜は多孔質膜、微孔質膜および非多孔質膜の中から選ばれた1または複数の膜からなる単体膜または複合膜であることが好ましい。さらに、透過膜が、膜表面にスキン層または緻密層を有し、スキン層または緻密層が液体の流路側となるように透過膜が配置されることが好ましい。これにより、透過膜の内部の細孔内に液体が侵入したり、透過膜を液体が通過したりすることが防止され、気液接触操作を効率良くかつ確実に行うことができる。

【0022】

【発明の実施の形態】以下、本発明に係るスパイラル型膜モジュールの一例を図面を参照して説明する。図1は、スパイラル型膜モジュールの断面図であり、図2は図1のスパイラル型膜モジュールの膜エレメントの一部切欠き斜視図である。さらに、図3は図1中のA-A線断面図である。

【0023】図1～図3に示すスパイラル型膜モジュール1は、円筒容器2および円筒容器2の内部に挿入されたスパイラル型膜エレメント10を備える。円筒容器2は円筒状の胴部を有し、胴部の一方端部3に第1流体入口4が形成され、他方端部5に第1流体出口6が形成されている。また、円筒容器2の胴部には第2流体出口7が1または複数箇所形成されている。

【0024】図2において、スパイラル型膜エレメント10は、第1流体流路材13の両面に気液接触膜14を重ね合わせ、さらに気液接触膜14の一方の表面に重ね合わせた第2流体流路材15とともに第2流体供給管（有孔中空管）11の周りにスパイラル状に巻回することにより構成されている。スパイラル状に巻回された第

1流体流路材13の両側の気液接触膜14の内周側の側部（第2流体供給管11に平行な辺）および外周側の側部は接合または封止されている。

【0025】第2流体供給管11は、その一方端が円筒容器2の一方端部3を貫通して第2流体入口11aを構成し、他方端は樹脂剤16により密封されている。第2流体供給管11の管壁には供給流体流量に対して圧力損失を低く抑えることができるように複数の供給孔11bが形成されている。なお、供給孔11bの代わりにスリットを設けてもよい。

【0026】スパイラル型膜エレメント10は、気液接触膜14を介して気体と液体とが接触する気液接触部10aと、その両端に位置する封止部10b、10cとから構成される。気液接触部10aにおいて、第2流体流路材15が挿入されたスパイラル状の空間が第2流体流路（第2の流路）18を構成する。第2流体流路18は、第2流体供給管11の供給孔11bから第2流体供給管11の周りにスパイラル状に伸び、円筒容器2の内壁とスパイラル型膜エレメント10の外周面との間の空間（第2の空間）18aに達した後、第2流体出口7に連通する。また、気液接触部10aにおいて第1流体流路材13が挿入されたスパイラル状の空間が第1流体流路（第1の流路）19を構成する。

【0027】上記のスパイラル型膜エレメント10において、液体の流路には線材からなる線状流路材が用いられる。そこで、第1流体流路19が液体流路の場合には、第1流体流路材13が線状流路材からなり、また第2流体流路18が液体流路の場合には、第2流体流路材15が線状流路材からなる。図2に示すスパイラル型膜エレメント10では、第2流体流路18（図1参照）が液体流路であり、このため第2流体流路材15が線状流路材からなる。図2の線状流路材は、一対の気液接触膜14間に挿入され、気液接触膜14とともに有孔中空管11の周りにスパイラル状に巻回されている。

【0028】これにより、第2流体供給管11内に供給された第2流体（液体）25は線状流路材15に沿って第2流体供給管11の軸方向に直交する方向にスパイラル状に流動し、円筒容器2の第2流体出口7から外方へ導出される。線状流路材15の各線材は第2流体25の流動方向に沿って延びるように配置されている。このため、第2流体25の流動抵抗が小さくなり、スパイラル型膜モジュールの操作圧力を小さくすることができる。

【0029】このような線状流路材15は、組み立て時に、気液接触膜14の表面に接着剤を用いて、あるいは熱溶着により各線材を予め取り付け、その後、気液接触膜14とともにスパイラル状に巻回することにより、製造される。

【0030】また、線状流路材15を構成する各線材に対し、材質の異なる線材を直交方向に配置して網目状の流路材を形成し、この網目状の流路材を気液接触膜14

等とともにスパイラル状に巻回した後、材質の異なる線材のみを特定の溶解液を用いて溶解して製造することも可能である。

【0031】次に、図4は線状流路材の他の例による網目状流路材の平面図であり、図5は図4の網目状流路材を用いたスパイラル型膜モジュールの膜エレメントの一部切欠き斜視図である。

【0032】この網目状流路材40は、上記の例と同様に液体の流路に用いられる。したがって、第1流体流路19が液体流路の場合には、第1流体流路材13が網目状流路材40からなり、第2流体流路18が液体の流路の場合には、第2流体流路材15が網目状流路材40からなる。図5に示す例では、第2流体流路18が液体の流路であり、第2流体流路材15が網目状流路材40からなる。

【0033】網目状流路材40は、液体の流動方向に沿って配置される複数の第1の線材41と、複数の第1の線材41に直交する第2の線材42とから構成される。第1の線材41と第2の線材42とは交互に上下となるように編み込まれている。第2の線材42は液体の流動方向Xに直交する方向に配置されている。この第2の線材42は第2流体（液体）25の流動状態を乱流化させるために設けられている。すなわち、液体の流路中に第2の線材42が横たわると、液体の流動状態が不規則に乱され、乱流化が促される。それによって液体と気液接触膜14の表面との間の境界抵抗が抑制され、接触効率が向上する。

【0034】一方、第2の線材42が多数存在すると、液体の流動抵抗が増大し、スパイラル型膜モジュールの操作圧力が上昇する問題が生じる。そこで、第2の線材42の本数は、次のように定められる。すなわち、液体の流動方向に直交する方向における単位長さ当たりの第1の線材41の本数を a とし、液体の流動方向における単位長さ当たりの第2の線材42の本数を b とすると、第1の線材41と第2の線材42との本数の比 a/b が1.1以上に設定され、好ましくは2以上に設定される。

【0035】第1の線材41と第2の線材42との本数の比 a/b が1.1以上であれば、網目状流路材としての構造上の剛性を保持しつつ、液体の乱流化が促進される。それによって、液体と気液接触膜14表面との間の境界抵抗が抑制され、接触効率が向上する。また、第1の線材41と第2の線材42との本数の比 a/b が2.0以上の場合には、網目状流路材としての剛性を保持しつつ乱流化を促進するとともに、さらに液体の流動抵抗を抑制し、それによってスパイラル型膜モジュールの操作圧力の上昇を抑制することができる。

【0036】図6は線状流路材のさらに他の例による網目状流路材を示す平面図であり、図7は図6の網目状流路材を用いたスパイラル型膜モジュールの膜エレメント

の一部切欠き斜視図である。

【0037】図6の網目状流路材50は、液体の流動方向に平行に配置される複数本の第1の線材51と、第1の線材51に交差して配列される複数本の第2の線材52とからなる。第2の線材52と第1の線材51との傾斜角度 α は、例えば、 10° 以上 80° 以下であり、 30° 以上 60° 以下に設定されてもよい。第2の線材52の傾斜角度 α を適宜設定することにより、流体の流動抵抗の増減と流体の乱流化による境界抵抗の増減とが適当な割合となるように調整することができる。

【0038】また、第1の線材51および第2の線材52の本数は次のように定められる。すなわち、液体の流動方向に直行する方向における単位長さ当たりの第1の線材51の本数を a とし、流体の流動方向Xにおける単位長さ当たりの第2の線材52の本数を b とすると、第1の線材51と第2の線材52との本数の比 a/b が1.0以上に設定される。この場合には、第2の線材52により網目状流路材としての構造上の構成を保持しつつ、液体の乱流化が促進されるとともに、必要以上の流体の流動抵抗の上昇が抑制される。これにより、スパイラル型膜モジュールの操作圧力の上昇を抑制するとともに液体と気液接触膜14表面との接触効率が向上する。

【0039】なお、気体の流路に配置される流路材は、同じ線径を有する複数の線材を互いに交差させた流路材を用いてもよく、また、図2、図4および図6に示す線状流路材15、40、50を用いてもよい。

【0040】図8は、図1、図5および図7中のスパイラル型膜エレメントの封止部の拡大断面図である。封止部10b、10cにおいて、第2流体流路材15により構成された第2流体流路18の両端部および圧力容器2の内側の空間18aの両端部は樹脂剤17により封止されている。また、気液接触膜14の間に第1流体流路材13により構成された第1流体流路19の両端部は開放されている。

【0041】上記のような構造により、第1流体30は、第1流体入口4から円筒容器2の一方端部3の入口空間（第1の空間）3aに流入し、スパイラル型膜エレメント10の端面で開放された第1流体流路19を通り円筒容器2の他方端部5の出口空間（第1の空間）5aに流動し、第1流体出口6から外部へ導出される。

【0042】また、第2流体25は、第2流体入口11aから第2流体供給管11の内部に供給され、第2流体供給管11の管壁の供給孔11bから気液接触膜14間に形成された第2流体流路18を通して第2流体供給管11の軸方向に直交する方向にスパイラル状に流動し、円筒容器2の第2流体出口7から外方へ導出される。なお、第2流体出口7を複数設けることによって第2流体流路18における第2流体の流れを均一にすることができる。

【0043】スパイラル型膜エレメント10の気液接触部10aでは、第2流体供給管11にはほぼ直交する方向にスパイラル状に流動する第2流体と、第2流体供給管11に平行に流動する第1流体とが気液接触膜14を介して接触する。これにより、第1流体の目的成分が第2流体側に透過され、または第2流体の目的成分が第1流体側へ透過される。

【0044】本発明に係るスパイラル型膜モジュールは気液接触法によるガス溶解またはガス放散に好適に用いられる。そこで、気液接触膜14としては、疎水性の多孔質膜や微孔質膜または疎水性の非多孔質膜、あるいは多孔質膜、微孔質膜、非多孔質膜のうちの複数の膜からなる複合膜が用いられる。

【0045】また、強度を向上させるために、平膜状の気液接触膜14の片面に、不織布等の支持体を接合あるいは融着してもよい。このような支持体を用いる場合には、液体に比べ物質移動抵抗の小さい気体に接触する面側に支持体を接合または融着することが好ましい。

【0046】さらに、気液接触膜14が表面に緻密層あるいはスキン層を有する非対称膜の場合には、上記と同様の観点から緻密層あるいはスキン層と反対の面が物質移動抵抗の小さい気体に接触し、緻密層あるいはスキン層が形成された面が液体と接触するようにスパイラル型膜エレメント10を構成することが好ましい。

【0047】また、気液接触膜14の膜素材としては、ポリエチレンまたはポリプロピレン等のポリオレフィン、ポリフッ化ビニリデンまたはポリ-4-フッ化エチレン等のフッ素樹脂、ポリスルホン、ポリエーテルスルホン、シリコン樹脂からなる膜あるいはポリオレフィン、フッ素樹脂、ポリスルホン、ポリエーテルスルホン、シリコン樹脂中の複数の素材からなる複合膜を用いることができる。

【0048】さらに、上記の例によるスパイラル型膜エレメント10では、気液接触膜14、第1および第2流体流路材13、15からなる素材群（リーフ）が、1組用いられているが、複数組用いてもよい。複数組の素材群を第2流体供給管11の外周に巻回して使用することにより、第2流体流路（例えば液体）側の圧力損失を低く抑えることができる。このため、液体供給用のポンプとして低圧ポンプを使用でき、かつこれによりスパイラル型膜モジュールの容器を耐圧構造とする必要がなくなる等の利点が生じる。

【0049】また、第2流体流路18の両端部を封止する樹脂剤17および第2流体供給管11の一端部を封止する樹脂剤16としては、ポリウレタン樹脂やエポキシ樹脂等が用いられる。

【0050】このように、スパイラル型膜エレメント10の気液接触部10aにおいて、第2流体流路18は第2流体供給管11の周りにスパイラル状に構成され、さらに第2流体出口7に連通している。このため、第2流

体は円筒容器2の内部において滞留することなく流動する。したがって、従来の一般的なスパイラル型膜モジュールのように、膜エレメントと円筒容器との隙間に処理液体の滞留部が構成され、この滞留部において微粒子やTOC（有機体炭素）が長期的に増加して液質低下を招くという問題の発生が防止される。

【0051】上記のスパイラル型膜モジュール1は、液体に目的とするガスを溶解するガス溶解または排ガスを浄化するためのガス吸着等に用いることができる。液相側に用いる流体（液体）としては、特に限定されるものではないが、気液接触膜14の膜素材に対し接触角が90°以上の大きいものが用いられ、例えば水、有機物の水溶液、無機物の水溶液、水分散体、体液等が用いられる。また、気相側に用いる流体（気体）としては、特に限定されるものではないが、例えば空気、酸素、オゾン、窒素、一酸化炭素、炭酸ガス、水素、アンモニア、硫化水素、SO_x（硫黄酸化物）、NO_x（窒素酸化物）、メルカプタン、ハロゲン、ハロゲン化水素、低級アルコール、低級炭化水素、ハロゲン化炭化水素またはこれらの混合物等が用いられる。

【0052】本発明に係るスパイラル型膜モジュールは、以下のような形態で使用することができる。

【0053】ガス溶解を行う場合、第2流体入口11aから液体を供給し、第1流体入口4から気体（ガス）を供給する。そして、気液接触部10aにおいてガスが溶解したガス溶解液体を第2流体出口7から取り出し、残余のガスを第1流体出口6から取り出す。

【0054】また、上記と逆の使用方法も可能である。すなわち、第2流体入口11aから気体（ガス）を供給し、第1流体入口4から液体を供給する。そして、第2流体出口7から残余のガスを排出し、第1流体出口6からガス溶解液体を取り出すことも可能である。

【0055】さらに、ガス放散を行う場合、第1流体入口4あるいは第1流体出口6のいずれかを密栓し、片方を真空ポンプに接続して気体の流路を減圧する。この状態で被処理液体を第2流体入口11aから供給し、第2流体出口7から取り出す。これにより、気液接触部10aにおいて被処理液体中の気体成分が、減圧された気体流路（第1流体流路19）側に放散される。

【0056】また、逆の使用方法も可能である。すなわち、第2流体入口11aおよび第2流体出口7のいずれかを密栓し、片方を真空ポンプに接続して減圧し、さらに第1流体入口4から被処理液体を供給し、第1流体出口6から取り出す。これにより、被処理液体から脱気することができる。

【0057】

【実施例】[実施例] 日東電工株式会社製UF（限外透過）モジュールNTU-3150-S4用の平膜を十分に乾燥させ、この平膜を用いて図1および図2に示す構造を有する実施例のスパイラル型膜モジュールを作製し

た。液体側の流路材には線径 $150\mu\text{m}$ の線材を25メッシュのピッチで液体の流動方向に平行に複数本配列した流路材を使用した。モジュールサイズは、胴部の直径が 35mm 、長さが 280mm であり、有効膜面積は約 0.3m^2 である。

【0058】実施例のモジュールの液体入口から N_2

(窒素)バブリングにより酸素濃度が 0.1ppm 以下まで脱酸素処理された水道水を $1\text{L}/\text{分}$ で供給し、気体入口から空気を $10\text{L}/\text{分}$ で供給し、液体出口から導出される水の溶存酸素濃度を測定した。その結果、溶存酸素濃度は 4.4ppm であった。なお、このときの液体の圧力損失は、 $0.09\text{kgf}/\text{cm}^2$ であった。

【0059】〔比較例〕また、比較のために流路材を除いて実施例と同一の構造を有する比較例のスパイラル型膜モジュールを作製した。比較例では、液体側の流路材には線径が $150\mu\text{m}$ の線材を直交方向に交差させた厚さ $300\mu\text{m}$ で25メッシュの流路材を使用した。モジュールサイズは、胴部の直径が 35mm 、長さが 280mm であり、有効膜面積は約 0.3m^2 である。

【0060】比較例のスパイラル型膜モジュールの液体入口より、 N_2 バブリングにより酸素濃度が 0.1ppm 以下まで脱酸素処理された水道水を $1\text{L}/\text{分}$ で供給し、気体入口から空気を $10\text{L}/\text{分}$ で供給し、液体出口から導出される水の溶存酸素濃度を測定した。その結果、溶存酸素濃度は 4.5ppm であった。なお、このときの流体の圧力損失は $0.15\text{kgf}/\text{cm}^2$ であった。

【0061】実施例および比較例の結果より、実施例のモジュールの方が溶存酸素濃度が高く、これにより、気液接触効率が高いことが判明した。また、液体の流動方向に平行な線材からなる線状流路材を使用したことにより、液体の流動時の圧力損失の上昇が抑制され、低エネルギーでの気液接触操作が可能となった。

【0062】以上のように本発明によるスパイラル型膜モジュールでは、単位膜面積当たりのガス移動速度が高くなり、かつ液体の流動圧力損失が抑制され、さらに乱流化による境界膜抵抗が低下されることによって効率的な気液接触操作を行うことができる。

【0063】また、本発明のスパイラル型膜モジュール

によると、従来のスパイラル型膜モジュールで生じるような円筒容器と膜エレメントの隙間での異常滞留部が発生せず、常に清浄な状態で処理を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例によるスパイラル型膜モジュールの断面図である。

【図2】図1のスパイラル型膜モジュールの膜エレメントの一部切欠き斜視図である。

【図3】図1中のA-A線断面図である。

【図4】線状流路材の他の例による網目状流路材の平面図である。

【図5】図4の網目状流路材を用いたスパイラル型膜モジュールの膜エレメントの一部切欠き斜視図である。

【図6】線状流路材のさらに他の例による網目状流路材を示す平面図である。

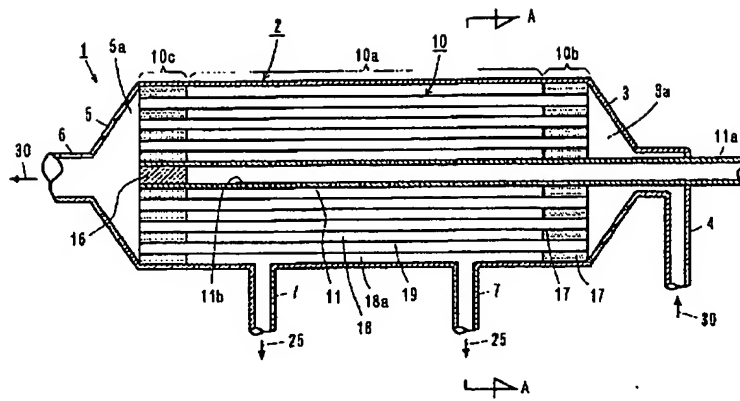
【図7】図6の網目状流路材を用いたスパイラル型膜モジュールの膜エレメントの一部切欠き斜視図である。

【図8】図1、図5および図7中のスパイラル型膜エレメントの封止部の拡大断面図である。

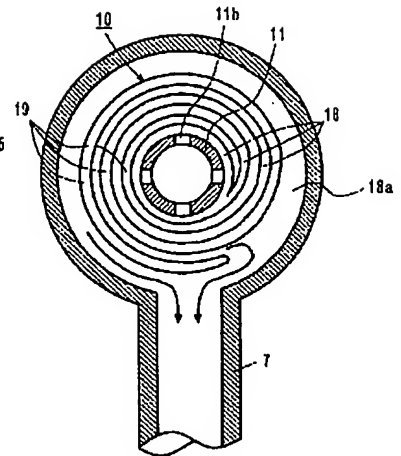
【符号の説明】

- 1 スパイラル型膜モジュール
- 2 円筒容器
- 4 第1流体入口
- 6 第1流体出口
- 7 第2流体出口
- 10 スパイラル型膜エレメント
- 10a 気液接触部
- 10b, 10c 封止部
- 11 第2流体供給管
- 11a 第2流体入口
- 11b 供給孔
- 13 第1流体流路材
- 14 気液接触膜
- 15 第2流体流路材
- 16, 17 樹脂剤
- 18 第2流体流路
- 19 第1流体流路
- 40, 50 網目状流路材
- 41, 42, 51, 52 線材

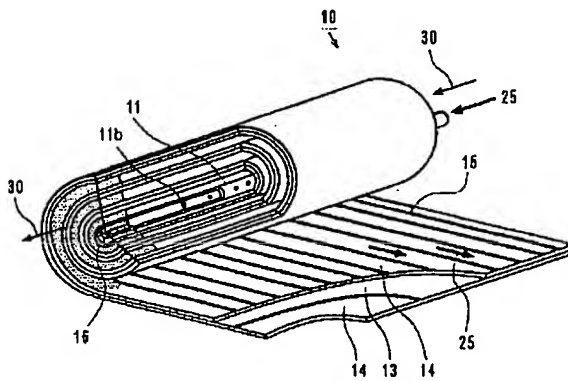
【図1】



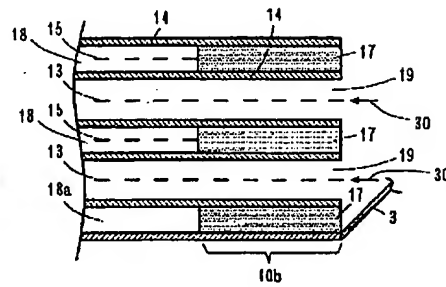
【図3】



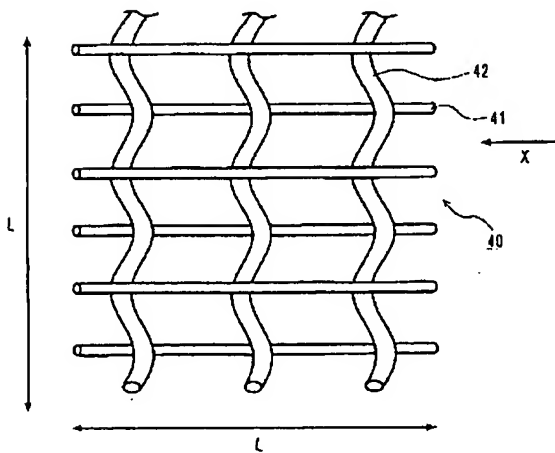
【図2】



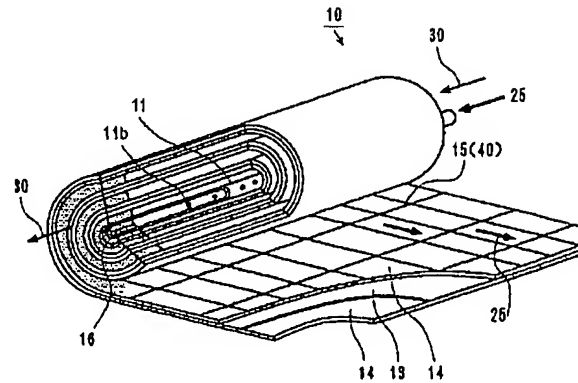
【図8】



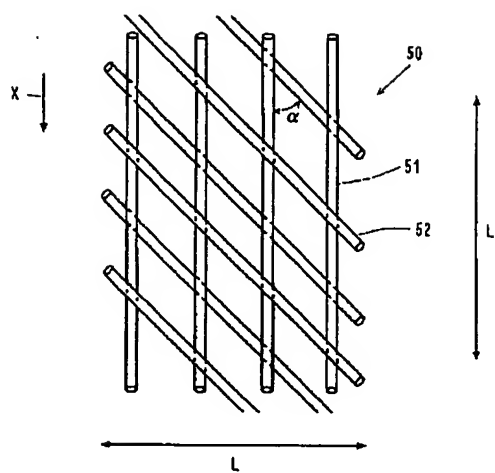
【図4】



【図5】



【図6】



【図7】

